

"Express Mail" mailing label number EV 327 136 835 US

Date of Deposit 12/2/67

Our File No. 9281-4716  
Client Reference No. SN US02082

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of: )  
Toshio Takahashi et al. )  
Serial No. To Be Assigned )  
Filing Date: Herewith )  
For: Non-Reciprocal Circuit Element Having )  
Small Insertion Loss and Wide Isolation )  
Bandwith, and Communication Device )

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application No. 2002-351210 filed on December 3, 2002 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,



Gustavo Siller, Jr.  
Registration No. 32,305  
Attorney for Applicants  
Customer Number 00757

BRINKS HOFER GILSON & LIONE  
P.O. BOX 10395  
CHICAGO, ILLINOIS 60610  
(312) 321-4200



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月    3 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 5 1 2 1 0  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 5 1 2 1 0 ]

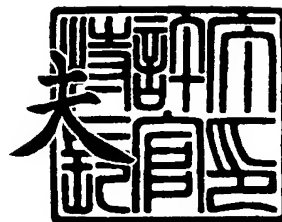
出      願      人                      アルプス電気株式会社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年    8 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 5 9 4 1



【書類名】 特許願

【整理番号】 N02082

【提出日】 平成14年12月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01P 1/38

【発明の名称】 非可逆回路素子及び通信機装置

【請求項の数】 10

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

    【氏名】 高橋 利男

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

    【氏名】 大西 人司

【特許出願人】

    【識別番号】 000010098

    【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100064908

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

    【識別番号】 100108578

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高橋 詔男



## 【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704956

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 非可逆回路素子及び通信機装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 板状磁性体と、該板状磁性体の一面側に配置された共通電極と、該共通電極の外周部から前記板状磁性体を包むように 3 方向に延出形成されて板状磁性体の他面側に折曲されるとともに該他面側で相互に所定の角度をもって交差された第 1、第 2、第 3 中心導体と、前記板状磁性体に対向して配置されたバイアス用の磁石とを具備してなり、

前記第 1、第 2 中心導体の少なくとも一部の導体幅が  $150\ \mu\text{m}$  未満であることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項 2】 前記第 1、第 2 中心導体の少なくとも一部の導体幅が  $90\ \mu\text{m}$  以上  $130\ \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の非可逆回路素子。

【請求項 3】 前記第 1、第 2 中心導体の交差部における両中心導体の重複部分の長さが、前記板状磁性体の他面側における各中心導体の長さの  $10\%$  以上であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の非可逆回路素子。

【請求項 4】 前記第 1、第 2 中心導体の交差部における両中心導体の重複部分の長さが、前記板状磁性体の他面側における各中心導体の長さの  $20\%$  以上であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の非可逆回路素子。

【請求項 5】 前記第 1、第 2 中心導体の交差部における交差角度が  $30$  度以下であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の非可逆回路素子。

【請求項 6】 前記第 1、第 2 中心導体の交差部における交差角度が  $15$  度以下であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の非可逆回路素子。

【請求項 7】 前記重複部分における前記第 1、第 2 中心導体が略平行に配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載の非可逆回路素子。

【請求項 8】 前記第 1、第 2 中心導体の幅方向中央部に各中心導体の長さ



方向に沿うスリット部が各々設けられ、該スリット部によって前記各中心導体に 2 本の分割導体が各々設けられたことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の非可逆回路素子。

【請求項 9】 前記第 1、第 2 中心導体に整合用コンデンサが各々接続され、前記第 3 中心導体に整合用コンデンサ及び終端抵抗が接続された構成を備えることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 のいずれかに記載の非可逆回路素子。

【請求項 10】 請求項 1 ないし請求項 9 のいずれかに記載の非可逆回路素子と、該非可逆回路素子の前記第 1 または第 2 中心導体に接続された送信回路部と、前記第 2 または第 1 中心導体に接続されたアンテナとを具備してなることを特徴とする通信機装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、非可逆回路素子及び通信機装置に関するものであり、特に、挿入損失が小さく、アイソレーションの帯域幅が広い非可逆回路素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

集中定数型のアイソレータは、信号を伝送方向に損失なく通過させ、逆方向への信号の通過を阻止する機能を備えた高周波部品であり、携帯電話等の移動通信装置の送信回路部とアンテナとの間に配置されて使用されている。

【0003】

このアイソレータは、板状磁性体と、該板状磁性体に巻掛けられた 3 つの中心導体と、各中心導体に各々接続された整合用コンデンサと、収束用の中心導体に接続された終端抵抗と、板状磁性体にバイアス磁界を印加する磁石とを主体として構成されている。アイソレーションや挿入損失などの特性は、下記特許文献 1 に記載されているように、中心導体の導体幅に依存する傾向がある。

【0004】

【特許文献 1】



特開 2001-203507 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献 1 においては、終端抵抗が接続される中心導体の導体幅を、他の 2 つの中心導体の導体幅より広くしたことによって、損失を低減できたとされている。しかし上記特許文献 1 の図 5 に示されるように、従来のアイソレータでは、損失が低減する一方でアイソレーションの帯域幅が大幅に狭くなり、動作周波数が変動した場合に損失が大きく増大するおそれがあった。このため、従来から、損失が低く、かつアイソレーションの帯域幅の広いアイソレータが望まれていた。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、挿入損失が小さく、アイソレーションの帯域幅が広い非可逆回路素子及びこの非可逆回路素子を備えた通信機装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

本発明の非可逆回路素子は、板状磁性体と、該板状磁性体の一面側に配置された共通電極と、該共通電極の外周部から前記板状磁性体を包むように 3 方向に延出形成されて板状磁性体の他面側に折曲されるとともに該他面側で相互に所定の角度でもって交差された第 1、第 2、第 3 中心導体と、前記板状磁性体に対向して配置されたバイアス用の磁石とを具備してなり、前記第 1、第 2 中心導体の少なくとも一部の導体幅が  $150\ \mu\text{m}$  未満であることを特徴とする。

【0007】

係る非可逆回路素子によれば、第 1、第 2 中心導体の少なくとも一部の導体幅を  $150\ \mu\text{m}$  未満にすることにより、挿入損失を低減することができる。

【0008】

本発明の非可逆回路素子においては、前記第 1、第 2 中心導体の少なくとも一部の導体幅が  $90\ \mu\text{m}$  以上  $130\ \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。

係る非可逆回路素子によれば、第 1、第 2 中心導体の少なくとも一部の導体幅



を  $90\mu\text{m}$  以上  $130\mu\text{m}$  以下にすることにより、挿入損失をより低減することができる。

#### 【0009】

また本発明の非可逆回路素子は、先に記載の非可逆回路素子であり、前記第1、第2中心導体の交差部における両中心導体の重複部分の長さが、前記板状磁性体の他面側における各中心導体の長さの10%以上であることを特徴とする。

#### 【0010】

本発明の非可逆回路素子においては、第1、第2中心導体の交差部における両中心導体の重複部分の長さが長くなるにしたがい、第1、第2中心導体の重複部分で確保される容量値が大きくなる。このため、各中心導体に接続するコンデンサの容量値が小さくなり、アイソレーションの帯域幅を拡大することができる。

また、上述したように、中心導体の導体幅を  $150\mu\text{m}$  未満にすることで、挿入損失の低減と、アイソレーションの帯域幅の拡大を同時に行うことができる。

#### 【0011】

また本発明の非可逆回路素子は、先に記載の非可逆回路素子であり、前記第1、第2中心導体の交差部における両中心導体の重複部分の長さが、前記板状磁性体の他面側における各中心導体の長さの20%以上であることを特徴とする。

#### 【0012】

上記と同様に、本発明の非可逆回路素子においては、第1、第2中心導体の交差部における両中心導体の重複部分の長さが長くなるにしたがい、第1、第2中心導体の重複部分で確保される容量値が更に大きくなる。このため、各中心導体に接続するコンデンサの容量値が小さくなり、アイソレーションの帯域をより広げることができる。

#### 【0013】

また本発明の非可逆回路素子においては、前記第1、第2中心導体の交差部における交差角度が30度以下であることが好ましく、15度以下であることがより好ましい。

#### 【0014】

また、本発明の非可逆回路素子においては、前記重複部分における前記第1、





第2中心導体が略平行に配置されていることが好ましく、あるいは、平行である部分（平行部）以外に非平行部分があってもよい。上記両中心導体の重複部分における第1、第2中心導体の平行部の長さが長くなるほど、非可逆回路素子の挿入損失の低減効果を増大できる。

また、上記両中心導体の重複部分における第1、第2中心導体の非平行部があると、アイソレーションの帯域幅をより拡大することができる。従って、上記両中心導体の重複部分に上記平行部以外に上記非平行部があると、非可逆回路素子の挿入損失の低減効果とアイソレーションの向上効果がある。

#### 【0015】

また本発明の非可逆回路素子は、先に記載の非可逆回路素子であり、前記第1、第2中心導体の幅方向中央部に各中心導体の長さ方向に沿うスリット部が各々設けられ、該スリット部によって前記各中心導体に2本の分割導体が各々設けられたことを特徴とする。

#### 【0016】

係る非可逆回路素子によれば、中心導体に2本の分割導体が各々設けられているので、中心導体のインダクタンスをより高めることが可能になり、中心導体のインピーダンスマッチングが広範囲で改善でき、挿入損失をより低減することができる。

#### 【0017】

また本発明の非可逆回路素子は、先に記載の非可逆回路素子であり、前記第1、第2中心導体に整合用コンデンサが各々接続され、前記第3中心導体に整合用コンデンサ及び終端抵抗が接続された構成を備えることを特徴とする。

#### 【0018】

係る非可逆回路素子によれば、入力側から出力側に信号に損失なく通過させ、逆方向には信号を通過させないので、携帯電話等の移動通信装置に好適に用いることができる。

#### 【0019】

次に本発明の通信機装置は、先のいずれかに記載の非可逆回路素子と、該非可逆回路素子の前記第1または第2中心導体に接続された送信回路部と、前記第2

または第1中心導体に接続されたアンテナとを具備してなることを特徴とする。

### 【0020】

係る通信機装置によれば、挿入損失が小さく、アイソレーションの帯域幅が広い上記の非可逆回路素子を備えているので、インピーダンスマッチングを容易に行うことができ、安定した通信を行うことができる。

### 【0021】

#### 【発明の実施の形態】

以下に本発明を更に詳細に説明する。

(非可逆回路素子の第1の実施形態)

図1～図3は本発明に係る非可逆回路素子をアイソレータとして適用した第1の実施の形態を示すものである。

本実施形態のアイソレータ1（非可逆回路素子）は、上ヨーク2a及び下ヨーク2bからなる中空ヨーク3内に、フェライトなどからなる磁石4と板状磁性体5と線路導体6、7、8とこれら線路導体6、7、8を接続した共通電極10と板状磁性体5の周囲に配置された整合用コンデンサ11、12と終端抵抗13とを備えて構成されている。

### 【0022】

上ヨーク2a及び下ヨーク2bは軟鉄などの強磁性体からなり、これらが組み合わされて直方体状の中空ヨーク3が形成される。なお、上下ヨーク2a、2bの表裏面にはAgメッキなどの導電層が被覆形成されることが好ましい。また、側面コ字型の上ヨーク2aは側面コ字型の下ヨーク2bに嵌め込み自在の大きさとされており、上ヨーク2aと下ヨーク2bの互いの開口部分を嵌め合わせることで両者を一体として箱型の磁気閉回路を構成することができるよう構成されている。

なお、これらのヨーク2a、2bの形状はこの実施形態の如くコ字型に限るものではなく、複数のヨークで箱型の閉磁器回路を構成するものであれば、任意の形状で差し支えない。

嵌め合わされた上下ヨーク2a、2bが区画する空間には、換言すると中空ヨーク3の内部には、先の板状磁性体5と3本の線路導体6、7、8とこれら線路

導体 6、7、8 を接続した共通電極 10 とからなる磁性組立体 15 が収納されている。このように本実施形態のアイソレータは、磁性組立体 15 を有している。

#### 【0023】

板状磁性体 5 は、例えば、 $Y_3Fe_5O_{12}$  を基本組成とするガーネットフェライトが好ましく、また Y の一部を Gd に置換するとともに Fe の一部を In 及び Al に置換したものであっても良く、円形、角形等、必要に応じて様々な形状にすることができるが、本実施形態においては、図 2 に示すように平面視横長の略長方形板状とされている。より詳細には、相対向する横長の 2 つの長辺 5a、5a と、これらの長辺 5a、5a に直角向きの短辺 5b、5b と、長辺 5a、5a の両端部側に位置して各長辺 5a に対して  $150^\circ$  の角度で傾斜し（長辺 5a の延長線に対しては  $30^\circ$  の傾斜角度で傾斜し）、個々に先の短辺 5b に接続する 4 つの傾斜辺 5d とから構成される平面視横長の略長方形とされている。従って板状磁性体 5 の平面視 4 つのコナ部には、それぞれ長辺 5a に対する  $150^\circ$  傾斜（短辺 5b に対して  $130^\circ$  傾斜）の傾斜面（受面）5d が形成されている。

#### 【0024】

また、この板状磁性体 5 においては、その横方向、即ち長手方向の幅と、その縦方向、即ち長手方向に直交する方向の幅との比、即ち縦横比が 25%（1：4）以上、80%（4：5）以下の範囲、即ち平面視横長であることが好ましい。

なお、ここで、図 1 に示すものは平面視横長の板状磁性体 5 であるが、図 1 を  $90^\circ$  回転させた横方向から見ると、板状磁性体 5 は縦長形状となる。よって本発明では、板状磁性体 5 は横長形状でも縦長形状でも全く等価のものとする。

#### 【0025】

次に、先の 3 本の線路導体 6、7、8 と共通電極 10 は、図 3 の展開図に示すように一体化されてなり、3 本の線路導体 6、7、8 と共通電極 10 とを主体として電極部 16 が構成されている。この共通電極 10 は、平面視先の板状磁性体 5 とほぼ相似形状の金属板からなる本体部 10A から構成されている。即ち、本体部 10A は相対向する 2 つの長辺部 10a、10a と、これらの長辺部 10a、10a に直角向きの短辺部 10b、10b と、長辺部 10a、10a の両端部

側に位置して各長辺部 10a に対して  $150^\circ$  の角度で傾斜し、先の短辺部 10b に対しては  $130^\circ$  の傾斜角度で接続する傾斜部 10d とから構成される平面視略長方形（矩形状）とされている。

#### 【0026】

そして、共通電極 10 から第 1 線路導体 6 と第 2 線路導体 7 とが延出形成されている。まず、共通電極 10 の一方の長辺部 10a の一端側から第 1 基部導体 6a と第 1 中心導体 6b（中心導体）と第 1 先端部導体 6c からなる第 1 線路導体 6 が延出形成される一方、長辺部 10a の他端側から第 2 基部導体 7a と第 2 中心導体 7b（中心導体）と第 2 先端部導体 7c とからなる第 2 線路導体 7 が延出形成されている。

基部導体 6a、7a はそれらの中心軸線 A、A 同士のなす角度  $\theta_1$  が図 3 に示すように  $60^\circ$  程度とされている。

また、第 1 中心導体 6b が入力側の中心導体とされ、第 2 中心導体 7b が出力側の中心導体とされている。

#### 【0027】

第 1 中心導体 6b は、平面視波形あるいはジクザグ状のものであり、基部導体側端部 6D と、先端部導体側端部 6F と、これらの間の中央部 6E の 3 つの部分からなる。第 2 中心導体 7b も第 1 中心導体 6b と同様の形状であり、基部導体側端部 7D と、先端部導体側端部 7F と、これらの間の中央部 7E の 3 つの部分からなる。第 1、第 2 中心導体 6b、7b を上記のような形状とすることで、各中心導体 6b、7b の導体長を長くしてインダクタンスを大きくし、非可逆回路素子としての低周波化と小型化を両立させることができる。

#### 【0028】

基部導体側端部 6D、7D は、図 3 に示すようにそれらの中心軸線 B、B 同士のなす角度  $\theta_3$  が上記角度  $\theta_1$  と同程度の角度以上とされており、即ち、基部導体側端部 6D、7D が徐々に外側に広がるような角度とされている。

中央部 6E、7E は、図 3 に示すようにそれらの中心軸線 B、B 同士が徐々に近接するように形成されている。

先端部導体側端部 6F、7F は、図 3 に示すようにそれらの中心軸線 B、B 同

士のなす角度  $\theta 3$  が上記角度  $\theta 1$  より大きい角度とされており、即ち、先端部導体側端部 6 F、7 F が徐々に外側に広がるような角度とされている。

更に先端部導体 6 c、7 c は、図 3 に示すようにそれらの中心軸線 C、C 同士のなす角度  $\theta 2$  が  $150^\circ$  程度の角度以上とされており、即ち、先端部導体側端部 6 C、7 C が徐々に外側に広がるような角度とされている。

#### 【0029】

次に、第 1 線路導体 6 の幅方向中央部には、共通電極 10 の外周部から基部導体 6 a と中心導体 6 b を通過し先端部導体 6 c の基端部まで到達するスリット部 18 が形成され、このスリット部 18 を形成することにより第 1 中心導体 6 b が 2 本の分割導体 6 b 1、6 b 2 に分割され、基部導体 6 a も 2 本の分割導体 6 a 1、6 a 2 に分割されている。

第 2 線路導体 7 の幅方向中央部にも上記スリット部 18 と同様のスリット部 19 が形成され、このスリット部 19 を形成することにより第 2 中心導体 7 b が 2 本の分割導体 7 b 1、7 b 2 に分割され、基部導体 7 a も 2 本の分割導体 7 a 1、7 a 2 に分割されている。

スリット部 18 の共通電極 10 側の端部は、接続導体 6 a を通過して共通電極 10 の外周部から若干深い位置まで到達することで凹部 18 a を形成し、第 1 線路導体 6 の線路長を若干長くしているとともに、スリット部 19 の共通電極 10 側の端部も接続導体 7 a を通過して共通電極 10 の外周部まで到達することで凹部 19 a を形成し、第 2 線路導体 7 の線路長を若干長くしている。なお、凹部 18 a、凹部 19 a は必要に応じて設ければ良く、なくても良い。

#### 【0030】

そして、図 1 及び図 3 に示すように、第 1 中心導体を構成する分割導体 6 b 1、6 b 2 の導体幅 W1 (第 1 中心導体の導体幅) は、 $150\ \mu\text{m}$  未満が好ましく、 $90\ \mu\text{m}$  以上  $130\ \mu\text{m}$  以下の範囲がより好ましい。同様に、第 2 中心導体を構成する分割導体 7 b 1、7 b 2 の導体幅 W2 (第 2 中心導体の導体幅) についても、 $150\ \mu\text{m}$  未満が好ましく、 $90\ \mu\text{m}$  以上  $130\ \mu\text{m}$  以下の範囲がより好ましい。

第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の導体幅が上記の範囲に設定されることにより

、挿入損失をより低減することができる。第1、第2中心導体6b、7bの導体幅が150 $\mu$ m以上だと、挿入損失が高くなってしまっているので好ましくない。また、挿入損失は、中心導体6b、7bの導体幅を狭くするほど小さくなるが、導体幅が狭くなると中心導体6b、7b自体の強度が低下し、加工性が悪くなって磁性組立体15の製造が困難になるので好ましくない。従って、加工性の面から中心導体6b、7bの導体幅の下限値を90 $\mu$ mとしたが、下限値はこの数値に限定されるものではなく、製造技術の向上に伴って導体幅を更に狭めることが可能であれば、下限値をより狭くすることができる。

#### 【0031】

一方、共通電極10の他方の長辺部10a側の中央部に第3線路導体8が延設されている。この第3線路導体8は共通電極10から突出形成された第3基部導体8aと第3中心導体8b（中心導体）と第3先端部導体8cとから構成されている。第3基部導体8aは、共通電極10の長辺側中央部からほぼ直角に延出形成された2本の短冊状の分割導体8a1、8a2からなり、2本の分割導体8a1、8a2の間にはスリット20が形成されている。

第3中心導体8bは、平面視L字型に湾曲して形成されており、先の分割導体8a1に接続する平面視L字状の分割導体8b1と先の分割導体8a2に接続する平面視L字状の分割導体8b2とからなり、第3中心導体8bをこのように湾曲して形成することにより線路導体の実質的な導体長を長くしてインダクタンスを大きくし、非可逆回路素子としての低周波化と小型化を両立させることができる。

#### 【0032】

更に、これらの分割導体8b1、8b2の先端側はL字型の第3先端部導体8cに一体化されている。この第3先端部導体8cは、先の分割導体8b1、8b2を一体化して先の分割導体8a1、8a2と同じ方向に向けて延出形成された接続部8c1とこの接続部8c1に対してほぼ直角方向に延出形成された接続部8c2とから構成されている。

次に、共通電極10の一方の長辺部10a側において、第3線路導体8の分割導体8a1、8a2の間の部分には、共通電極10の長辺部10aを一部切り欠

く形で凹部 10e が形成され、この凹部 10e を形成することで第 3 線路導体 8 の線路長が若干長くされている。なお、この凹部 10e も、先の凹部 18a、19a と同じく、必要に応じて設ければ良い。

#### 【0033】

前記の如く構成された電極部 16 は、その共通電極 10 の本体部 10A を板状磁性体 5 の裏面側（一面側）に添わせ、第 1 線路導体 6 と第 2 線路導体 7 と第 3 線路導体 8 とを板状磁性体 5 の表面側（他面側）に折り曲げて板状磁性体 5 に装着され、板状磁性体 5 とともに磁性組立体 15 を構成している。

即ち、第 1 線路導体 6 の分割導体 6a1、6a2 を板状磁性体 5 の 1 つの傾斜面 5d の縁に沿って折り曲げ、第 2 線路導体 7 の分割導体 7a1、7a2 を板状磁性体 5 の他の 1 つの傾斜面 5d の縁に沿って折り曲げ、第 3 線路導体 8 の分割導体 8a1、8a2 を板状磁性体 5 の長辺 5a の縁に沿って折り曲げ、第 1 線路導体 6 の中心導体 6a を板状磁性体 5 の表面（他面）に沿って添わせ、第 2 線路導体 7 の中心導体 7b を板状磁性体 5 の表面（他面）に沿って添わせ、更に第 3 線路導体 8 の中心導体 8b を板状磁性体 5 の表面部の中央部分に沿って添わせることで電極部 16 が板状磁性体 5 に装着されて磁性組立体 15 とされている。

#### 【0034】

第 1、第 2 中心導体 6b、7b が上記構成とされているので、上記のように板状磁性体 5 の表面（他面）に沿って添わせると、該板状磁性体 5 の表面上で第 1、第 2 中心導体 6b、7b が交差する。図 1 には、中央部 6E、7E が重複している場合を図示した。

第 1、第 2 中心導体 6b、7b の交差部 35 における両中心導体の重複部分の長さ L3 は、磁性体基板 5 の表面（他面）に重なる中心導体部分の長さ L4 の 10% 以上、好ましくは 20% 以上とされている。図 1 には、交差部 35 の両中心導体の重複部分の長さ L3 が板状磁性体 5 の表面に重なる中心導体部分の長さ L4 の約 75% である場合を図示した。

第 1、第 2 中心導体 6b、7b の重複部分の長さ L3 が長くなるにしたがい、係る重複部分において確保される容量値が大きくなる。このため、各中心導体 6b、7b に接続するコンデンサの容量値が小さくなり、アイソレーションの帯域

幅を拡大できる。特に、中心導体 6 b、7 b の導体幅を  $150\ \mu\text{m}$  未満にすることで、挿入損失の低減と、アイソレーションの帯域幅の拡大を同時に行うことができる。

なお、第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の重複部分の長さ  $L_3$  の上限としては、第 1、第 2 線路導体 6、7 の形状等を変更、例えば、第 1、第 2 基部導体 6 a、7 a の中心軸線 A、A とうしがなす角度  $\theta_1$  や第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の各部分の中心軸線 B、B とうしがなす角度  $\theta_3$  を変更することにより、板状磁性体 5 の表面に重なる中心導体部分の長さ  $L_4$  の 100% まで可能である。

#### 【0035】

また、第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の重複部分が交差する場合、その交差角度が  $30^\circ$  以下であることが好ましく、さらに好ましくは  $15^\circ$  以下である。

また、第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の重複部分の第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b は交差せず、略平行であることがさらに好ましい。

図 1 には、中央部 6 E、7 E の中心軸線 B、B が平行である場合を図示した。

なお、図 1 (A) では略したが、板状磁性体 5 と第 1 線路導体 6 と第 2 線路導体 7 と第 3 線路導体 8 との間には各々に絶縁シート Z が介在されて各線路導体 6、7、8 は個々に電氣的に絶縁されている。

#### 【0036】

なお、第 1、第 2 線路導体 6、7 が上記のようにそれぞれ 2 本の分割導体に分割されている場合における、第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の交差部 35 の両中心導体の重複部分の長さとは、図 4 に示すように第 1 中心導体の一方の分割導体 6 b 1 と第 2 中心導体の一方の分割導体 7 b 1 の重複部分の長さ  $L_5$  あるいは第 1 中心導体の他方の分割導体 6 b 2 と第 2 中心導体の他方の分割導体 7 b 2 の重複部分の長さ  $L_6$  としてもよい。この場合、両分割導体の重複部分の長さ  $L_5$ 、 $L_6$  は、それぞれ板状磁性体 5 の表面（他面）に重なる中心導体部分の長さ  $L_4$  の 10% 以上とすることが先に述べた理由により好ましい。

#### 【0037】

また、第 1、第 2 線路導体 6、7 が上記のようにそれぞれ 2 本の分割導体に分割されている場合における、第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の交差部 35 の両中



心導体の重複部分の交差角度とは、第1中心導体の一方の分割導体6b1と第2中心導体の一方の分割導体7b1の重複部分の交差角度であってもよいし、第1中心導体の他方の分割導体6b2と第2中心導体の他方の分割導体7b2の重複部分の交差角度であってもよい。この場合の交差角度は30度以下であることが先に述べた理由により好ましい。

#### 【0038】

次に、磁性組立体15は下ヨーク2bの底部中央側に配置され、下ヨーク2bの底部側の磁性組立体15の両側部分には平面視細長で先の板状磁性体5の半分程度の厚さの板状の整合用コンデンサ11、12が収納され、整合用コンデンサ12の一側部側には終端抵抗13が収納されている。

そして、第1線路導体6の先端部導体6cを整合用コンデンサ11の一側端部に形成されている電極部11aに電氣的に接続し、第2線路導体7の先端部導体7cを整合用コンデンサ11の他側端部に形成されている電極部11bに電氣的に接続し、第3線路導体8の先端部導体8cを整合用コンデンサ12と終端抵抗13に電氣的に接続して磁性組立体15に整合用コンデンサ11、12と終端抵抗13とが接続されている。なお、終端抵抗13を接続しなければ、サーキュレータとして作用する。

#### 【0039】

前記先端部導体7cの部分が接続された整合用コンデンサ11の端部側に非可逆回路素子1としての第1ポートP1が形成され、先端部導体6cの部分が接続された整合用コンデンサ11の端部側に非可逆回路素子1としての第2ポートP2が形成され、先端部導体8cの部分が接続された終端抵抗13の端部側がアイソレータ1としての第3ポートP3とされている。

#### 【0040】

また、下ヨーク2bと上ヨーク2aとの間の空間部において磁性組立体15はその空間部の厚さの半分程を占有する厚さに形成されており、磁性組立体15よりも上ヨーク2a側の空間部分には、図1Bに示すスペーサ部材30が収納され、該スペーサ部材30に磁石部材4が設置されている。

先のスペーサ部材30は、上ヨーク2aの内部に収納可能な大きさの平面視矩

形板状の基板部 31 と、この基板部 31 の底部側の 4 隅の各コーナ部分に形成された脚部 31a とからなり、基板部 31 において脚部 31a …が形成されていない側の面（上面）に円型の収納凹部 31b が形成され、該収納凹部 31b の底面側には基板部 31 を貫通する矩形型の透孔（図示略）が形成されている。

#### 【0041】

そして、先の収納凹部 31b に円盤状の磁石 4 が嵌め込まれ、この磁石 4 を備えた状態のスペーサ部材 30 がそれらの 4 つの脚部 30a で先の整合用コンデンサ 11、12 とこれらに接続されている第 1 先端部導体 6c、7c、並びに、終端抵抗 13 とこれに接続されている先端部導体 8c の先端部を下ヨーク 2b の底部側に押さえ付け、スペーサ部材 30 の底部により磁性組立体 15 を下ヨーク 2b の底面側に押さえ付けた状態でヨーク 2a、2b の間に収納されている。

#### 【0042】

上述のアイソレータ 1 によれば、第 1、第 2 中心導体 6b、7b の導体幅を  $150\mu\text{m}$  未満、より好ましくは  $90\mu\text{m}$  以上  $130\mu\text{m}$  以下とし、第 1、第 2 中心導体 6b、7b の交差部 35 における両中心導体の重複部分の長さ  $L_3$  を、前記板状磁性体の他面側における各中心導体の長さ  $L_4$  の 10% 以上とすることにより、挿入損失の低減と、アイソレーションの帯域幅の拡大を同時に達成することができる。

#### 【0043】

また、第 1 線路導体 6 と第 2 線路導体 7 がいずれも板状磁性体 5 の表面側に折り畳まれたので、入力側の線路導体から板状磁性体 5 に入力された信号を出力側に効果的に伝搬させることができ、低損失でしかも広帯域な通過特性を発揮できる。従って磁性組立体 15 の磁気特性として好適なものが確実に得られるようになる。

また本実施形態のアイソレータ 1 を  $0.8\text{GHz} \sim 0.9\text{GHz}$  程度の比較的 low 周波で使用する携帯電話に備えられる場合、インダクタンスを大きくする必要があるが、本実施形態では各線路導体にスリット部を形成することによりそれぞれ 2 本の分割導体に分割することにより、相互インダクタンスが発生し、線路導体として同じ導体長でも、分割した構成の方がより大きなインダクタンスが得ら

れるようにしており、また、各スリット部の共通電極 10 側の端部に凹部を形成することにより、各線路導体の線路長を若干長くすることにより、大きなインダクタンスが得られるようにしている。

このように 0.8 GHz ~ 0.9 GHz 程度の比較的低周波で使用するアイソレータ 1 では、コンデンサとして容量値が大きいものが必要となるが、上記ような磁性組立体 15 が備えられているので、上記交差部 35 の第 1 と第 2 の中心導体 6b、7b の重複部分で確保される容量値が大きくなるので、その分、各線路導体に接続するコンデンサの容量値が小さくでき、同じインダクタンスを確保するならば線路導体に接続されたコンデンサ基板の占有面積が小さくできる結果、小型化されたアイソレータとすることができる。

#### 【0044】

図 5B は図 1 から図 4 に示した構成のアイソレータ 1 の動作原理を示すものである。図 5B に示す回路に組み込まれているアイソレータ 1 は、符号①で示す第 1 ポート P1 側から符号②で示す第 2 ポート P2 方向への信号は伝えるが、符号②の第 2 ポート P2 側から符号③の第 3 ポート P3 側への信号は終端抵抗 13 により減衰させて吸収し、終端抵抗 13 側の符号③で示す第 3 ポート P3 側から符号①で示す第 1 ポート P1 側への信号は遮断する。

従って図 5A に示す回路に組み込んだ場合に先に説明した効果を奏することができる。

#### 【0045】

なお、上記実施形態のアイソレータにおいては、磁性組立体 15 に備える電極部 16 の第 3 線路導体 8 が図 3 に示すような形状である場合について説明したが図 6 又は図 7 に示すような形状であってもよい。

図 6 の第 3 線路導体 80 が図 3 の第 3 線路導体 8 と異なるところは、分割導体 80a1、80a2 が非平行であり、詳しくは、互いの中央部を離間するようにして分割導体 80a1、80a2 から延設され、分割導体 80b1 と 80b2 とから菱形の中心導体 80b が構成されている。

#### 【0046】

図 7 の第 3 線路導体 180 が図 3 の第 3 線路導体 8 と異なるところは、分割導

体 180a1、180a2 が平面視直線状であり、これら分割導体 180b1 と 180b2 とから中心導体 180b が構成されている。この場合、第 3 線路導体 180 の板状磁性体 5 への折り曲げ加工がし易くなる。

#### 【0047】

##### (第 2 の実施形態)

図 8 は本発明に係る非可逆回路素子をアイソレータとして適用した第 2 の実施形態を示すもので、この実施形態のアイソレータ 70 は、上ヨーク 71a と下ヨーク 71b とからなる中空ヨーク 72 の内部に、換言すると、上ヨーク 71a と下ヨーク 71b の間に、4 角板状の永久磁石からなる磁石部材 75 とスペーサ部材 76 と磁性組立体 95 と整合用コンデンサ 58、59、60 と終端抵抗 61 とこれらを収容する樹脂ケース 62 とを収容して構成されている。

磁性組立体 95 は先の第 1 の実施の形態と同等の電極部 16 が平面視略長方形状の板状磁性体 65 に巻き付けられて構成されている。この板状磁性体 65 は先の形態の横長の板状磁性体 5 とほぼ同じ形状であるが若干正形状に近い長方形板状とされている。

板状磁性体 65 に巻き付けられた電極部 16 は、第 1 線路導体 6 の先端部導体を先の整合用コンデンサ 59 の一側端部に形成されている電極部（図示略）に電氣的に接続し、第 2 線路導体 7 の先端部導体を先の整合用コンデンサ 58 の他側端部に形成されている電極部（図示略）に電氣的に接続し、第 3 中心導体 8 の先端部導体を整合用コンデンサ 60 と終端抵抗 61 に電氣的に接続して磁性組立体 65 に整合用コンデンサ 58、59、60 と終端抵抗 61 とが接続されている。

図 7 に示す構造のアイソレータ 70 においても先の実施の形態のアイソレータ 1 と同等の効果を得ることができる。

#### 【0048】

##### (第 3 の実施形態)

図 9 は本発明に係る非可逆回路素子をアイソレータとして適用した第 3 の実施形態を示す平面図である。

第 3 の実施形態のアイソレータ 101 が図 1 ～図 4 に示した第 1 の実施形態のアイソレータ 1 と特に異なるところは、磁性組立体に備える電極部の形状と、第

1、第2線路導体が異なるコンデンサ基板に接続されている点である。

図10は、本実施形態のアイソレータ101に備えられる磁性組立体15aの電極部116の展開図である。

この電極部116は、3本の線路導体106、107、108と、共通電極110が一体化されてなるものである。

#### 【0049】

共通電極110は、平面視先の板状磁性体5とほぼ相似形状の金属板からなる本体部110Aから構成されている。即ち、本体部110Aは、相対向する2つの長辺部110a、110aと、これらの長辺部110a、110aに直角向きの短辺部110b、110bと、長辺部110a、110aの両端部側に位置して各長辺部110aに対して150°の角度で傾斜し、先の短辺部110bに対しては130°の傾斜角度で接続する4つの傾斜部110dとから構成される平面視略長方形とされている。

#### 【0050】

そして、共通電極110の4つのコーナ部の傾斜部110dのうち、一方の長辺部側の2つの傾斜部110dから第1線路導体106と第2線路導体107が延出形成されている。

まず、先の2つの傾斜部110dの一方から、第1基部導体106aと第1中心導体106bと第1先端部導体106cからなる第1線路導体106が延出形成される一方、先の傾斜部110dの他方から、第2基部導体107aと第2中心導体107bと第2先端部導体107cとからなる第2線路導体107が延出形成されている。

#### 【0051】

第1中心導体106bは、平面視波形あるいはジクザグ状のものであり、基部導体側端部106Dと、先端部導体側端部106Fと、これらの間の中央部106Eの3つの部分からなる。この第1中心導体106bが第1の実施形態の第1中心導体6bと特に異なるところは、中央部106Eの形状が平面視略く字状である点である。

第2中心導体107bも第1中心導体106bと同様の形状であり、基部導体

側端部 107D と、先端部導体側端部 107F と、これらの間の平面視略く字状の中央部 107E の 3 つの部分からなる。

#### 【0052】

次に、第 1 線路導体 106 の幅方向中央部には、第 1 の実施形態と同様にスリット部 118 が形成され、このスリット部 118 を形成することにより中央部導体 106b が 2 本の分割導体 106b1、106b2 に分割され、基部導体 106a も 2 本の分割導体 106a1、106a2 に分割されている。

第 2 線路導体 107 の幅方向中央部にも上記スリット部 118 と同様のスリット部 119 が形成され、このスリット部 119 を形成することにより中央部導体 107b が 2 本の分割導体 107b1、107b2 に分割され、基部導体 107a も 2 本の分割導体 107a1、107a2 に分割されている。

#### 【0053】

スリット部 118、119 の幅は、第 1、第 2 の中心導体 106b、107b の基部導体側端部 106D、107D における幅よりも中央部 106E、107E、先端部導体側端部 106F、107F における幅の方が大きく形成される。即ち、第 1、第 2 の中心導体 106b、107b の交差部分のスリット 118、119 の幅が交差部分以外の同幅よりも広く形成されている。このようなスリット幅の大小関係とすることで、アイソレータの特性を損なうことなく、パワーアンプ 45 とのインピーダンスのマッチングを適切に設定することが可能になる。

また、第 1 の中心導体 106b の分割導体 106b1、106b2 の幅は、第 2 の中心導体 107b の分割導体 107b1、107b2 の幅よりも狭く形成されている。このようにすることで第 1 の中心導体 106b が第 2 の中心導体 107b よりも磁性体基板 5 に近接して巻き付けられることによるパワーアンプ 45 とのインピーダンスのマッチング不良を防止し、適切なインピーダンスのマッチングを取ることが可能になる。

#### 【0054】

そして、図 9 及び図 10 に示すように、第 1 中心導体を構成する分割導体 106b1、106b2 の導体幅 W3（第 1 中心導体の導体幅）は、 $150\mu\text{m}$  未満が好ましく、 $90\mu\text{m}$  以上  $130\mu\text{m}$  以下の範囲がより好ましい。同様に、第 2

中心導体を構成する分割導体 107b1、107b2 の導体幅 W4 (第2中心導体の導体幅) についても、150  $\mu$ m 未満が好ましく、90  $\mu$ m 以上 130  $\mu$ m 以下の範囲がより好ましい。

第1の実施形態の場合と同様に、第1、第2中心導体 106b、107b の導体幅が上記の範囲に設定されることにより、挿入損失をより低減することができる。第1、第2中心導体 106b、107b の導体幅が 150  $\mu$ m 以上だと、挿入損失が高くなってしまいうので好ましくない。また、挿入損失は、中心導体 106b、107b の導体幅を狭くするほど小さくなるが、導体幅が狭くなると中心導体 106b、107b 自体の強度が低下し、加工性が悪くなって磁性組立体 15a の製造が困難になるので好ましくない。従って、加工性の面から中心導体 106b、107b の導体幅の下限値を 90  $\mu$ m としたが、下限値はこの数値に限定されるものではなく、製造技術の向上に伴って導体幅を更に狭めることが可能であれば、下限値をより狭くすることができる。

#### 【0055】

一方、共通電極 110 の他方の長辺部 110a 側の中央部には第3線路導体 108 が延設されている。この第3線路導体 108 は共通電極 110 から突出形成された第3基部導体 108a と第3中心導体 108b と第3先端部導体 108c とから構成されている。第3基部導体 108a は、共通電極 110 の長辺側中央部からほぼ直角に延出形成された2本の短冊状の分割導体 108a1、108a2 からなり、2本の分割導体 108a1、108a2 の間にはスリット 120 が形成されている。一方の分割導体 108a2 は他方の分割導体 108a1 より幅広に形成されている。

#### 【0056】

第3中心導体 108b が第1の実施形態の第3中心導体 8b と特に異なるところは、先の分割導体 108a1 に接続する平面視略直線状の分割導体 108b1 と先の分割導体 108a2 に接続する平面視略直線状の分割導体 108b2 とから第3中心導体 108b から構成されており、これら分割導体 108b1、108b2 の間にはスリット 120 が形成されている。また、一方の分割導体 108b2 は他方の分割導体 108b1 より幅広に形成されている。

更に、これらの分割導体 108b1、108b2 の先端側は L 字型の第 3 先端部導体 108c に一体化されている。この第 3 先端部導体 108c は、先の分割導体 108b1、108b2 を一体化して先の分割導体 108a1、108a2 と同じ方向に向けて延出形成された接続部 108c1 とこの接続部 108c1 に対してほぼ直角方向に延出形成された接続部 108c2 とから構成されている。

#### 【0057】

上記のように第 3 中心導体 108b の 2 本の分割導体がそれぞれ平面視略直線状であれば、第 3 線路導体 108 を板状磁性体 5 に巻き付けて磁性組立体 15a を組み立てる際に第 3 線路導体 108 の位置ずれが起こりにくい。

また、上記のように第 3 中心導体 108b が 2 本の分割導体に分割されている場合、これら分割導体 108b1、108b2 の間隔 W5 は広い方がアイソレーションの帯域を広くすることができる。

また、本実施形態では第 3 中心導体 108b の 2 本の分割導体 108b1、108b2 のうち一方を他方より幅広にして剛性を高めているので、第 3 線路導体 108 を板状磁性体 5 に巻き付けて磁性組立体 15a を組み立てる際に、第 3 線路導体 108 の変形を防止できる。また、分割導体 108b1、108b2 のうち、一方を幅狭とすることにより、挿入損失を低く維持できる。従って本実施形態のように、一方の分割導体 108b2 の幅を広くし、他方の分割導体 108b1 の幅を狭くすることで、第 3 の中心導体 108b の剛性を高め、かつ、挿入損失を低くすることが可能になる。

#### 【0058】

前記の如く構成された電極部 116 は、その共通電極 110 の本体部 110A を板状磁性体 5 の裏面側（一面側）に添わせ、第 1 線路導体 106 と第 2 線路導体 107 と第 3 線路導体 108 とを板状磁性体 5 の表面側（他面側）に折り曲げて（巻き付けて）板状磁性体 5 に装着され、板状磁性体 5 とともに磁性組立体 15a を構成している。

#### 【0059】

第 1、第 2 中心導体 106b、107b は上記構成とされているので、上記のように板状磁性体 5 の表面（他面）に沿って添わせると、板状磁性体 5 の表面上



で第1、第2中心導体106b、107bが交差している。図9には、中央部106E、107Eが重複している場合を図示した。

#### 【0060】

本実施形態で第1、第2中心導体106b、107bの交差部35aの両中心導体の重複部分の長さとは、図9に示すように中央部106Eの一方の分割導体106b1と中央部107Eの一方の分割導体107b1の重複部分の長さL7あるいは中央部106Eの他方の分割導体106b2と中央部107Eの他方の分割導体107b2の重複部分の長さL8であり、その場合、両分割導体の重複部分の長さL7、L8は、それぞれ板状磁性体5の表面（他面）に重なる中心導体部分の長さL4の10%以上とすることが先に述べた理由により好ましい。また、上記重複部分の長さL7、L8は、それぞれ板状磁性体5の表面（他面）に重なる中心導体部分の長さL4の20%以上とされていることが先に述べた理由によりさらに好ましい。

分割導体106b1と分割導体107b1の重複部分は平行である部分（平行部36a）以外に非平行部分を有しており、また、分割導体106b2と分割導体107b2の重複部分も平行である部分（平行部36b）以外に非平行部分を有している。平行部36aの長さは、分割導体の重複部分の長さL7の20%程度～100%程度であることが好ましく、平行部36bの長さは、分割導体の重複部分の長さL8の20%程度～100%程度であることが好ましい。

平行部36aの長さが分割導体の重複部分の長さL7の20%未満であると（L7と平行部36aの長さの比が20%未満であると）、挿入損失が増大し、好ましくない。また平行部36aの長さが分割導体の重複部分の長さL8の20%未満であると（L8と平行部36bの長さの比が20%未満であると）、挿入損失が増大し、好ましくない。

#### 【0061】

本実施形態での第1、第2中心導体106b、107bの交差部35aの両中心導体の重複部分の交差角度とは、中央部106Eの一方の分割導体106b1と中央部107Eの一方の分割導体107b1の重複部分の交差角度あるいは中央部106Eの他方の分割導体106b2と中央部107Eの他方の分割導体1

07b2の重複部分の交差角度であり、その場合の交差角度は30度以下であることが好ましく、さらに好ましくは15度以下である。本実施形態のように両分割導体の重複部分が平行部36aを有している場合、この平行部36aでの両分割導体の交差角度は0度あるいは略0度であり、非平行部での両分割導体の交差角度は30°以下であることが好ましい。非平行部での両分割導体の交差角度が30°より大きいと、挿入損失が増大して好ましくない。

#### 【0062】

次に、磁性組立体15aは下ヨーク3の底部中央側に配置され、下ヨーク3の底部側の磁性組立体15aの一方の側にコンデンサ基板12、他方の側にコンデンサ基板111a、111bが収納され、コンデンサ基板12の一側部側には終端抵抗13が収納されている。

そして、先の第1線路導体106の先端部導体106cを先のコンデンサ基板111aに形成されている電極部に電氣的に接続し、先の第2線路導体107の先端部導体107cを先のコンデンサ基板111bに形成されている電極部に電氣的に接続し、先の第3中心導体108の先端部導体108cをコンデンサ基板12と終端抵抗13に電氣的に接続して磁性組立体15aにコンデンサ基板111a、111b、12と終端抵抗13とが接続されている。なお、終端抵抗13を接続しなければ、サーキュレータとして作用する。

#### 【0063】

前記先端部導体107cの部分が接続されたコンデンサ基板111bの端部側に非可逆回路素子101としての第1ポートP1が形成され、先端部導体106cの部分が接続されたコンデンサ基板111aの端部側に非可逆回路素子101としての第2ポートP2が形成され、先端部導体108cの部分が接続された終端抵抗13の端部側がアイソレータ101としての第3ポートP3とされている。

#### 【0064】

本実施形態のアイソレータ101によれば、第1の実施形態のアイソレータ1と同等な効果の他に、以下の効果が得られる。即ち本実施形態のアイソレータ101によれば、両分割導体の重複部分に上記平行部以外に上記非平行部があるの

で、アイソレータの挿入損失の低減効果をより高めることができるとともに、アイソレーションの向上効果、即ち、アイソレーションの帯域を更に広げることができる。

#### 【0 0 6 5】

##### 【実施例】

以下、実施例により本発明をより詳細に説明する。ただし、以下の実施例は本発明を限定するものではない。

##### （実験例 1）

第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の中央部 6 E、7 E の導体幅 W1、W2 をそれぞれ 5 0 ～ 2 0 0  $\mu$  m とし、スリット部 1 8、1 9 の幅を 1 5 0 ～ 3 0 0  $\mu$  m とし、第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の交差部 3 5 における両中心導体の重複部分の長さ L 3 を板状磁性体 5 の他面側における各中心導体 6 b、7 b の長さの 5 0 % とし、第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の交差部における交差角度を 0 度とし、図 1 ～ 図 3 と同様にして各種のアイソレータを作製した。

得られたアイソレータについて、挿入損失の測定を行った。図 1 1 に、挿入損失と各中心導体の導体幅との関係を示す。

図 1 1 に示すように、導体幅が 7 0  $\mu$  m を過ぎた付近から挿入損失が急激に減少し、導体幅が 1 0 0  $\mu$  m の時に挿入損失が最も小さくなり、導体幅が 1 0 0  $\mu$  m を超えてから挿入損失が徐々に増大することが分かる。具体的には、導体幅が 1 5 0  $\mu$  m 未満の範囲で挿入損失が 0. 4 2 d B 以下となり、9 0 ～ 1 3 0  $\mu$  m の範囲で挿入損失が 0. 4 2 d B 未満となり、1 0 0  $\mu$  m の導体幅で挿入損失が 0. 4 d B になっていることがわかる。

尚、導体幅が 9 0  $\mu$  m 未満で挿入損失が高くなったのは、導体幅が小さ過ぎたために中心導体の加工性が低下し、板状磁性体に対する中心導体の組み付け精度が低下したためと思われる。

#### 【0 0 6 6】

##### （実験例 2）

第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の中央部 6 E、7 E の導体幅 W1、W2 をそれぞれ 1 0 0  $\mu$  m とし、スリット部 1 8、1 9 の幅を 1 0 0  $\mu$  m とし、第 1、第 2 中

心導体 6 b、7 b の交差部 3 5 における両中心導体の重複部分の長さ  $L_3$  を板状磁性体 5 の他面側における各中心導体 6 b、7 b の長さ  $L_4$  の 55% とし、第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の交差部における交差角度を 0 度とし、図 1 ～ 図 3 と同様にして実施例 1 のアイソレータを作製した。

第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の中央部 6 E、7 E の導体幅  $W_1$ 、 $W_2$  をそれぞれ  $150\ \mu\text{m}$  としたこと以外は実施例 1 と同様にして比較例 1 のアイソレータを作成した。

#### 【0067】

実施例 1 及び比較例 1 のアイソレータについて、挿入損失の周波数依存性を測定した。結果を図 12 ～ 図 13 に示す。また、挿入損失のピーク近傍における周波数と挿入損失の実測値を表 1 に示す。尚、図 12 ～ 図 13 において示した 1 ～ 3 の下向き矢印が、表 1 における測定点 1 ～ 3 に対応する。

#### 【0068】

【表 1】

測定点	実施例 1		比較例 1	
	周波数(MHz)	挿入損失(dB)	周波数(MHz)	挿入損失(dB)
1	838.5	0.60	882.5	0.65
2	872.0	0.47	916.0	0.52
3	905.5	0.60	946.5	0.63

#### 【0069】

実施例 1 及び比較例 1 の結果を対比すると、図 12、図 13 に示すように、実施例 1 と比較例 1 では、挿入損失のピーク（矢印 1 ～ 3 の付近）のピーク幅が同じ程度の広さであり、挿入損失の周波数帯域幅がほぼ同一であることがわかる。これは、重複部分の長さ  $L_3$  の  $L_4$  に対する割合が、実施例 1 と比較例 1 とではほぼ同じためである。一方、表 1 に示すように、挿入損失は実施例 1 の方が全体的に低くなっている。これは、実施例 1 の第 1、第 2 中心導体の導体幅 ( $100\ \mu\text{m}$ ) が、比較例 1 の第 1、第 2 中心導体の導体幅 ( $150\ \mu\text{m}$ ) よりも狭いためである。

従って、挿入損失を低くするには、中心導体の導体幅をできるだけ小さくすれ

ば良いことが分かる。

【0 0 7 0】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明の非可逆回路素子によれば、第 1、第 2 中心導体の少なくとも一部の導体幅を  $150\text{ }\mu\text{m}$  未満にすることにより、挿入損失を低減することができる。

また、本発明の非可逆回路素子においては、第 1、第 2 中心導体の交差部における両中心導体の重複部分の長さが長くなるにしたがい、第 1、第 2 中心導体の重複部分で確保される容量値が大きくなる。このため、各中心導体に接続するコンデンサの容量値が小さくなり、アイソレーションの帯域幅を拡大することができる。

また、中心導体の導体幅を  $150\text{ }\mu\text{m}$  未満にすることで、挿入損失の低減と、アイソレーションの帯域幅の拡大を同時に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 A は第 1 実施形態のアイソレータの一部分を取り除いた状態を示す平面図、B は同アイソレータの断面図。

【図 2】 図 1 に示すアイソレータに用いられる磁性体基板の一例を示す平面図。

【図 3】 図 1 に示すアイソレータに用いられる電極部の展開図。

【図 4】 本発明の第 1 実施形態の例のアイソレータの一部分を取り除いた状態を示す平面図。

【図 5】 A はこの種のアイソレータが備えられる電気回路の一例を示す図、B はアイソレータの動作原理を示す図。

【図 6】 第 1 の実施形態のアイソレータの電極部の第 2 の例を示す図。

【図 7】 第 1 の実施形態のアイソレータの電極部の第 3 の例を示す図。

【図 8】 第 2 実施形態のアイソレータを示す分解斜視図。

【図 9】 第 3 実施形態のアイソレータの一部分を取り除いた状態を示す平面図。

【図 10】 図 9 に示すアイソレータに用いられる電極部の展開図。

【図 1 1】 挿入損失と中心導体の導体幅との関係を示すグラフ。

【図 1 2】 実施例 1 のアイソレータの挿入損失の周波数依存性を示すグラフ。

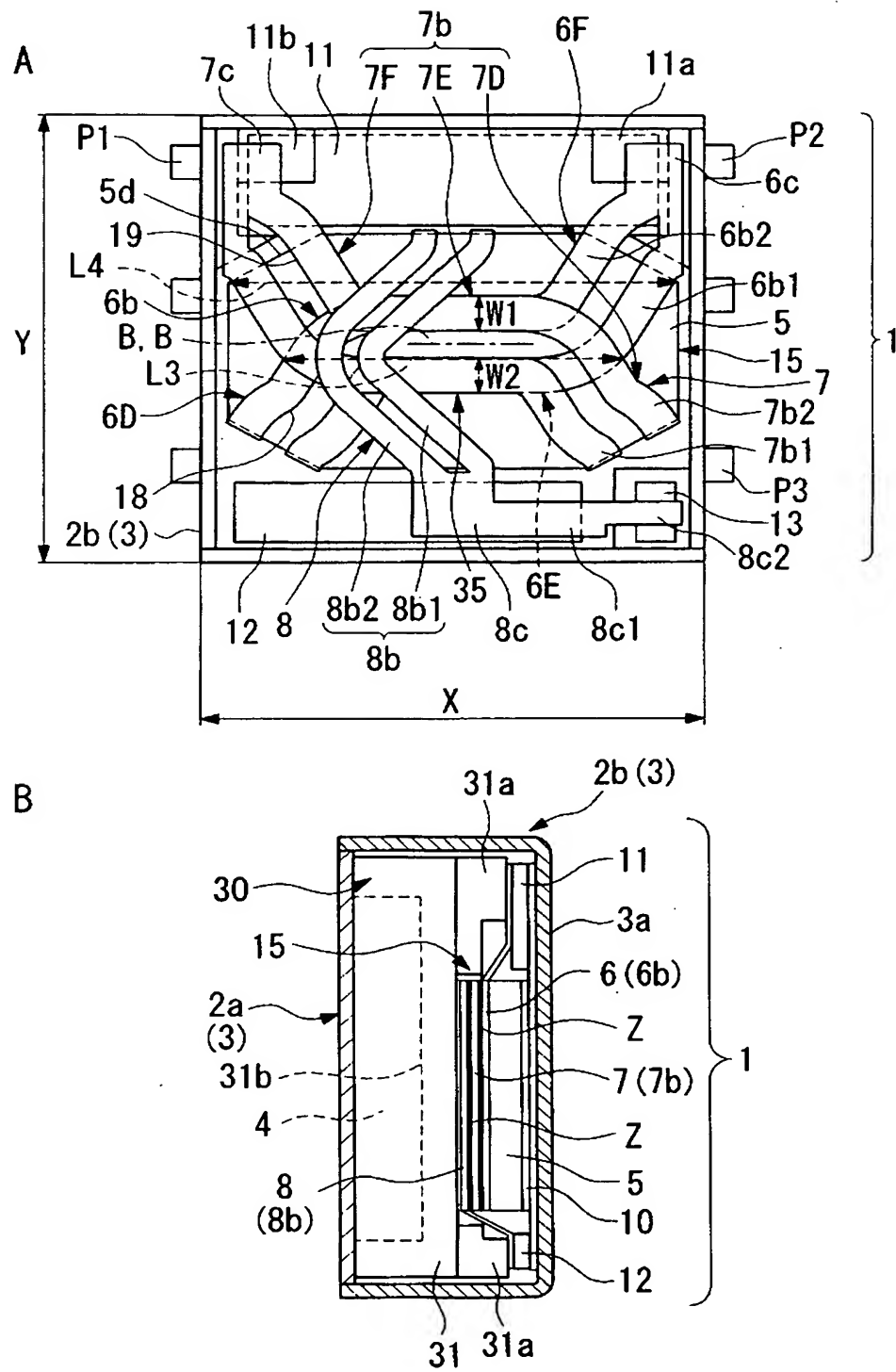
【図 1 3】 比較例 1 のアイソレータの挿入損失の周波数依存性を示すグラフ。

【符号の説明】

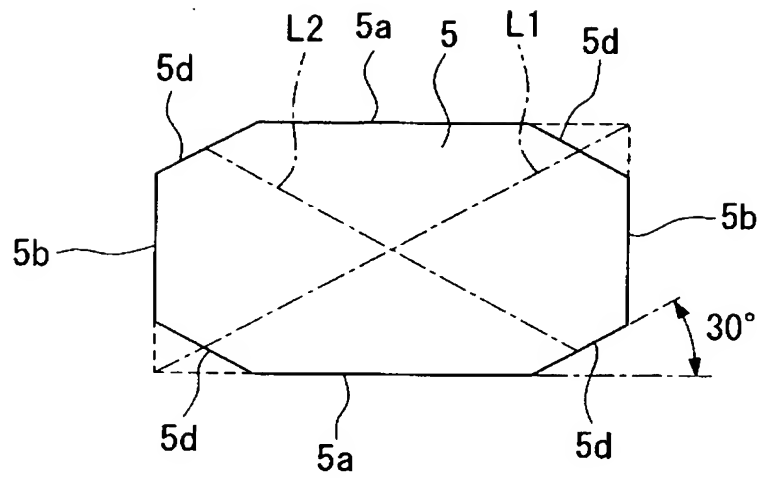
1…アイソレータ（非可逆回路素子）、3…中空ヨーク、4…磁石、5…板状磁性体、6 b…第 1 中心導体、7 b…第 2 中心導体、8 b…第 3 中心導体、1 0…共通電極、1 1, 1 2…整合用コンデンサ、1 3…終端抵抗、4 0…アンテナ、4 7…送信回路（送信回路部）、L 3…両中心導体の重複部分の長さ、L 4…磁性体基板の他面に重なる中心導体部分の中心導体部分の長さ、W1、W3…第 1 中心導体の導体幅、W2、W4…第 2 中心導体の導体幅

【書類名】 図面

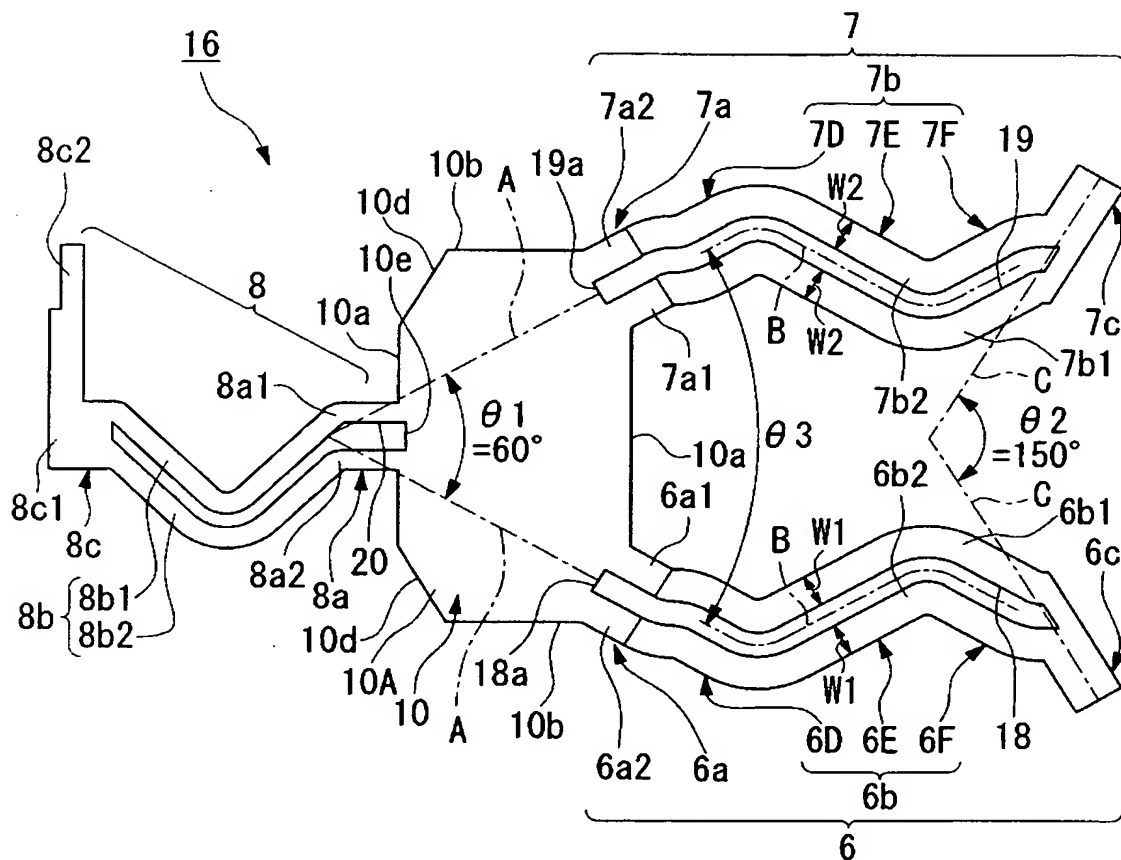
【図 1】



【図 2】

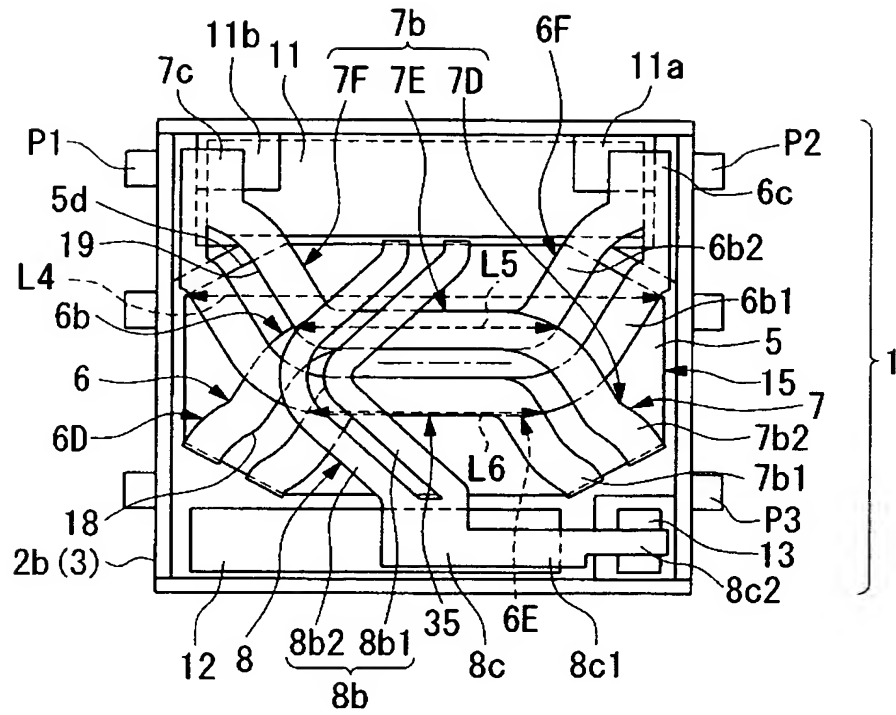


【図 3】

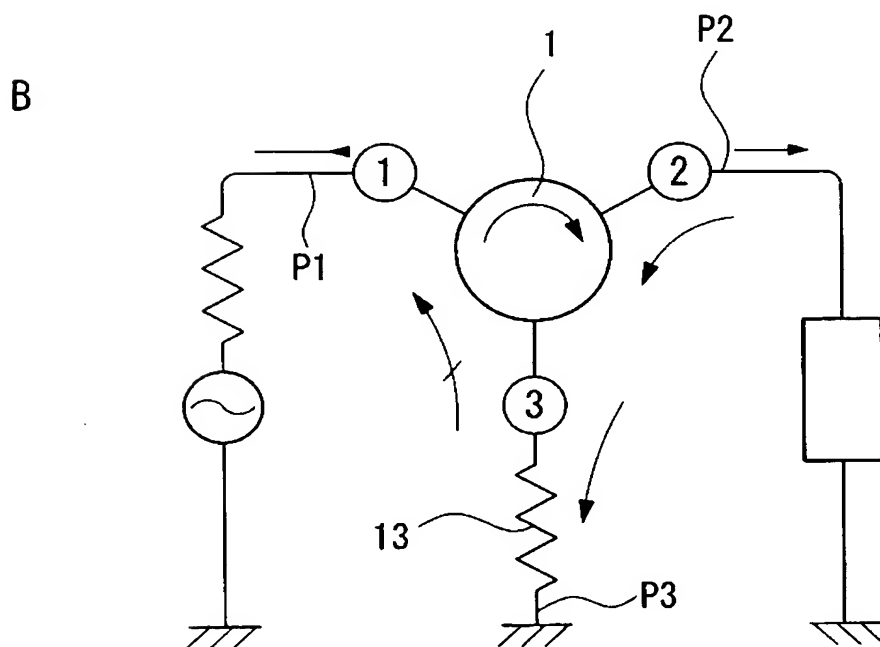
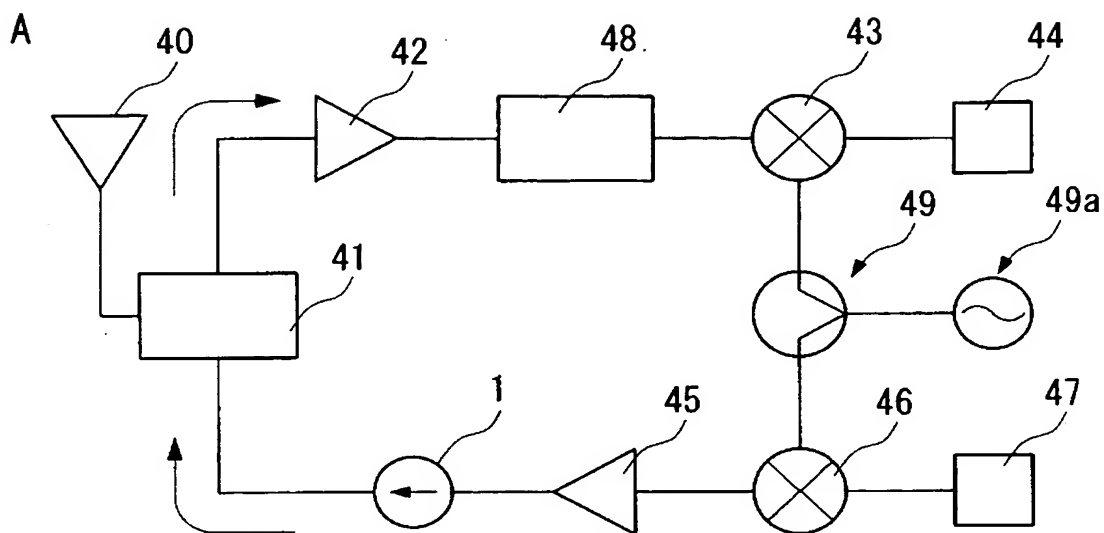




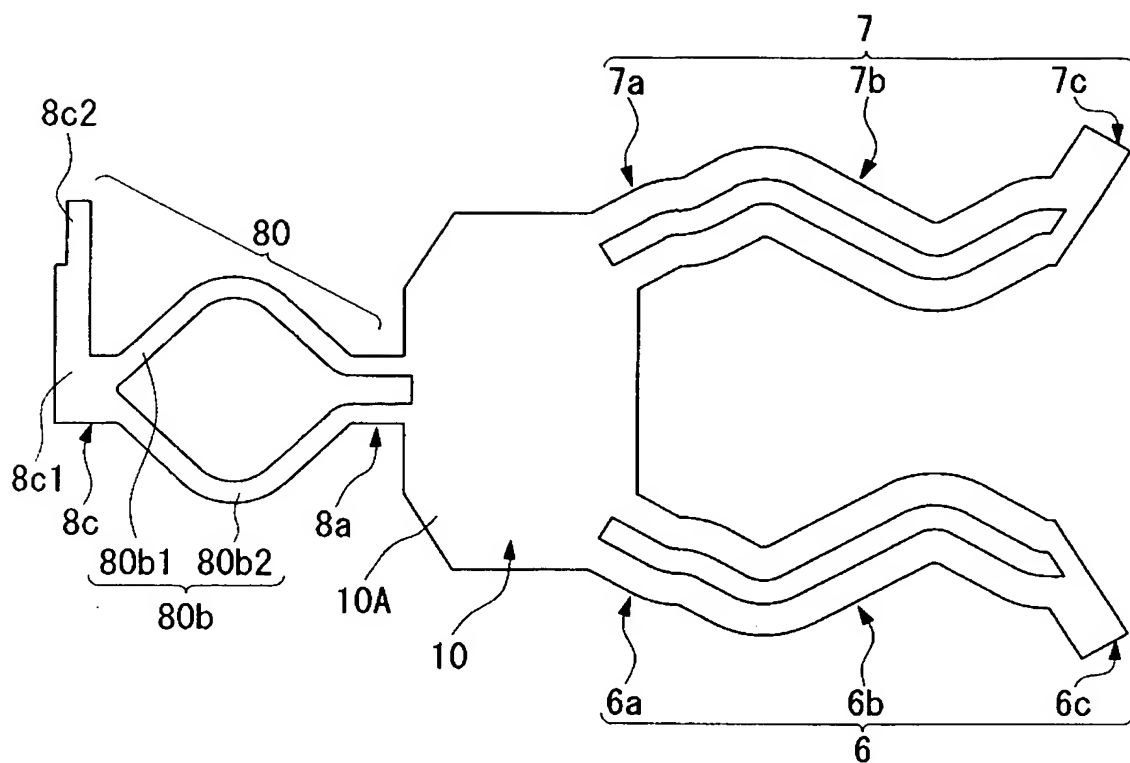
【図 4】



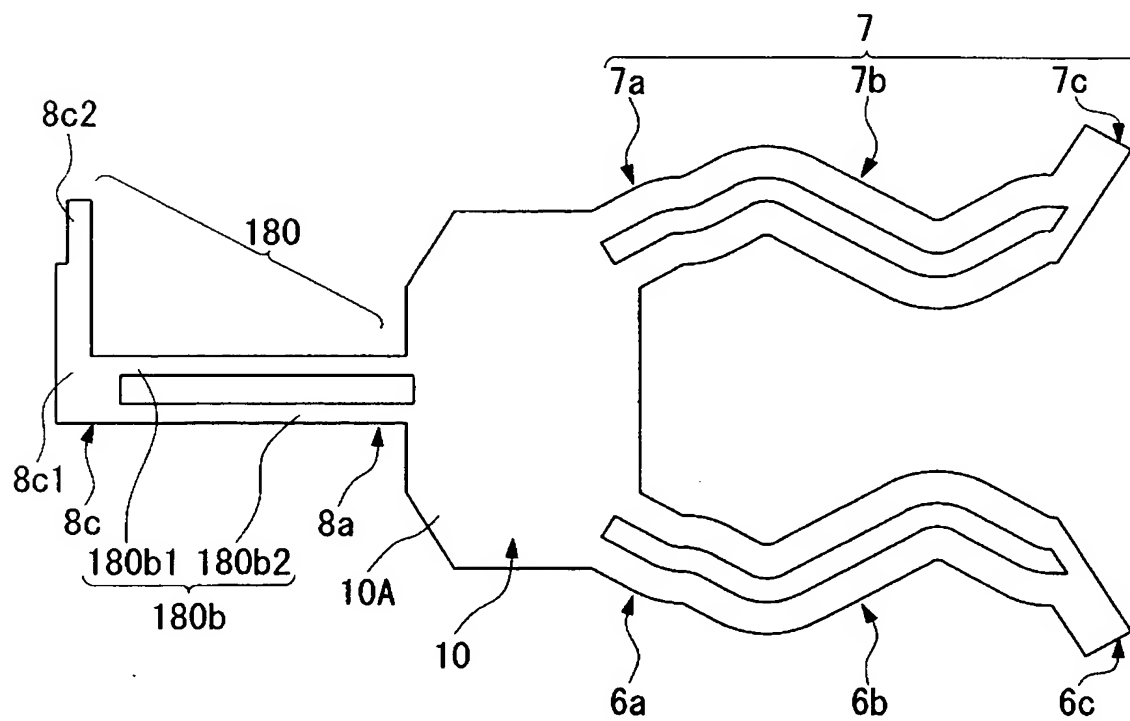
【図 5】



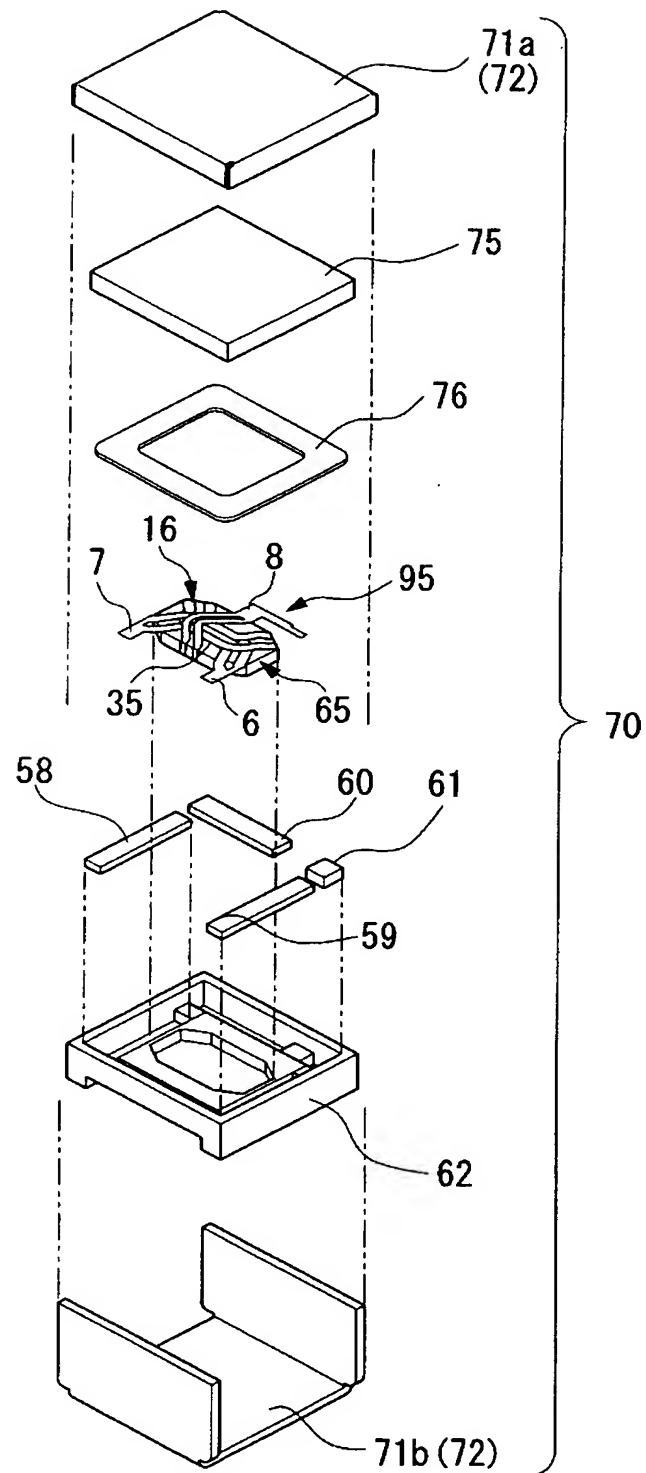
【図 6】



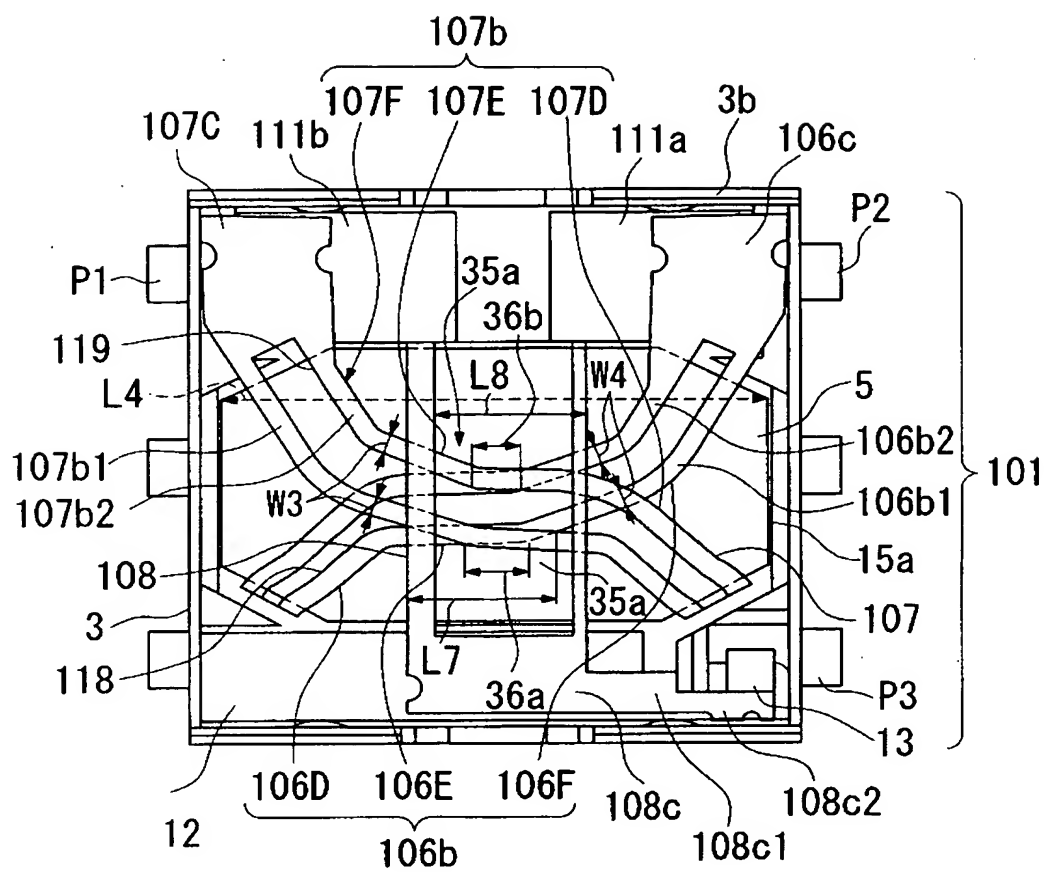
【図 7】



【図 8】

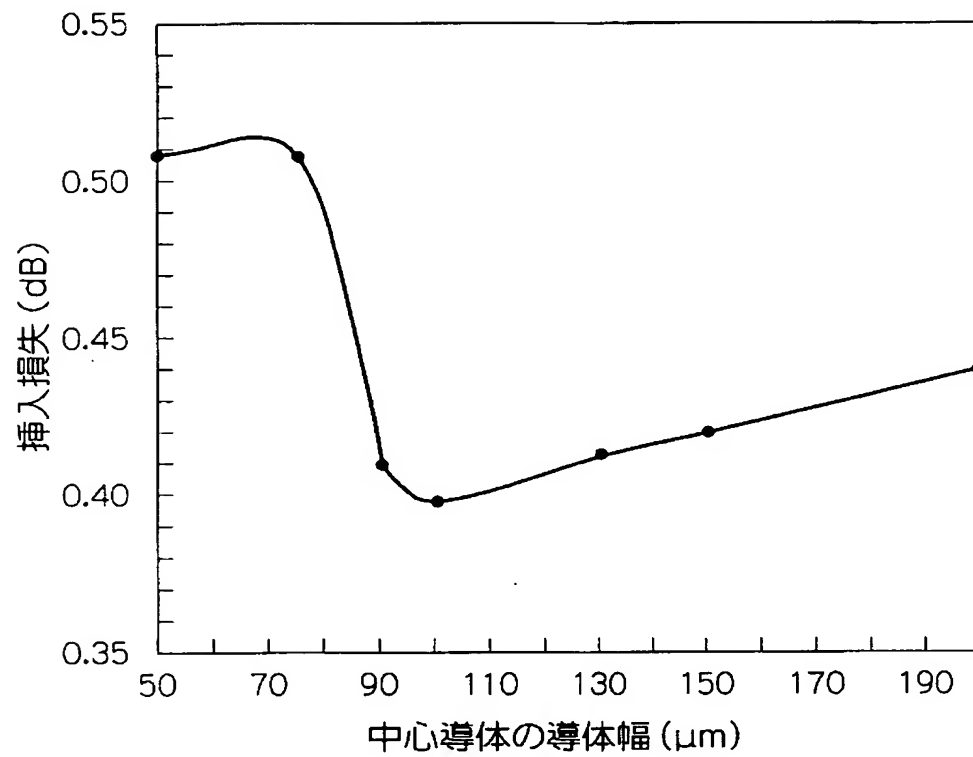


【図 9】

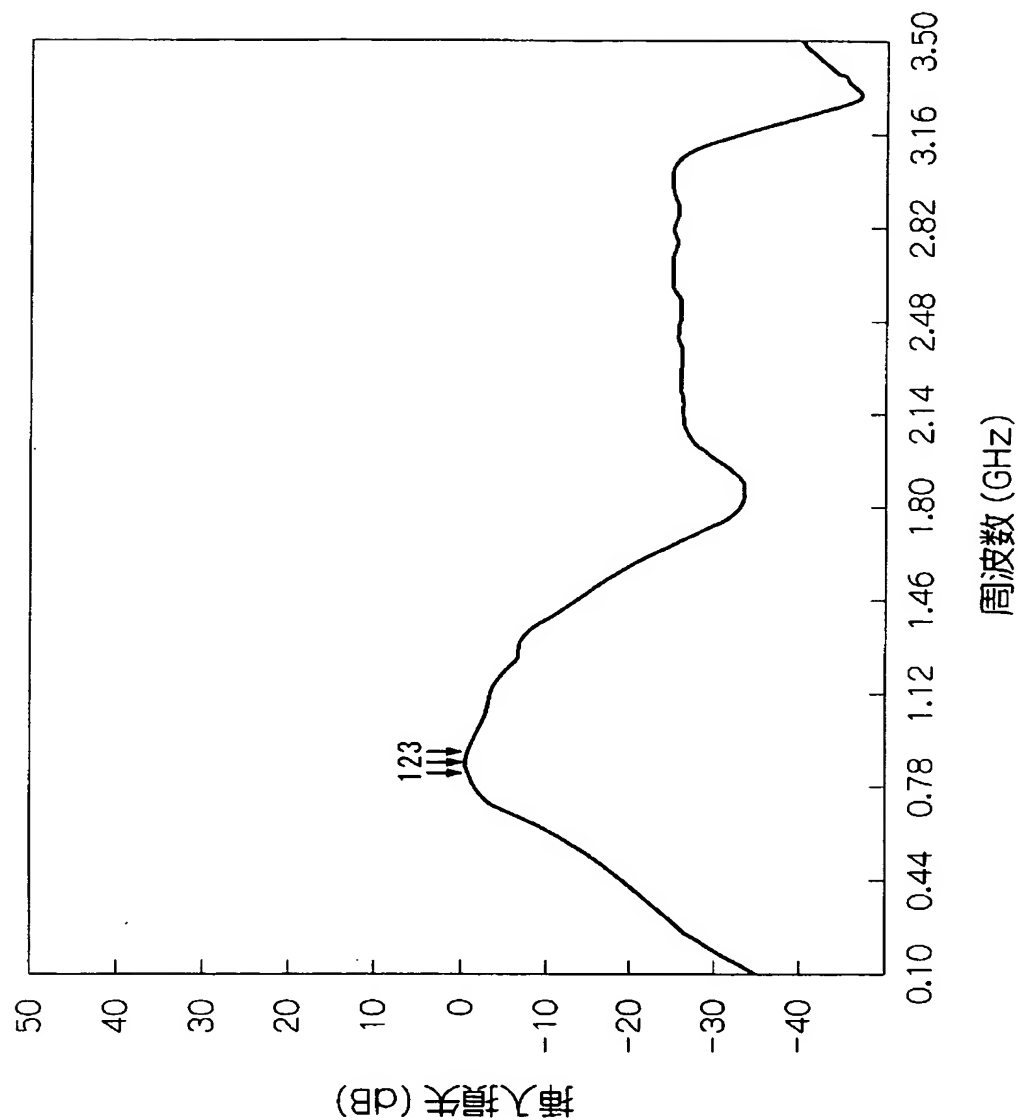




【図 11】

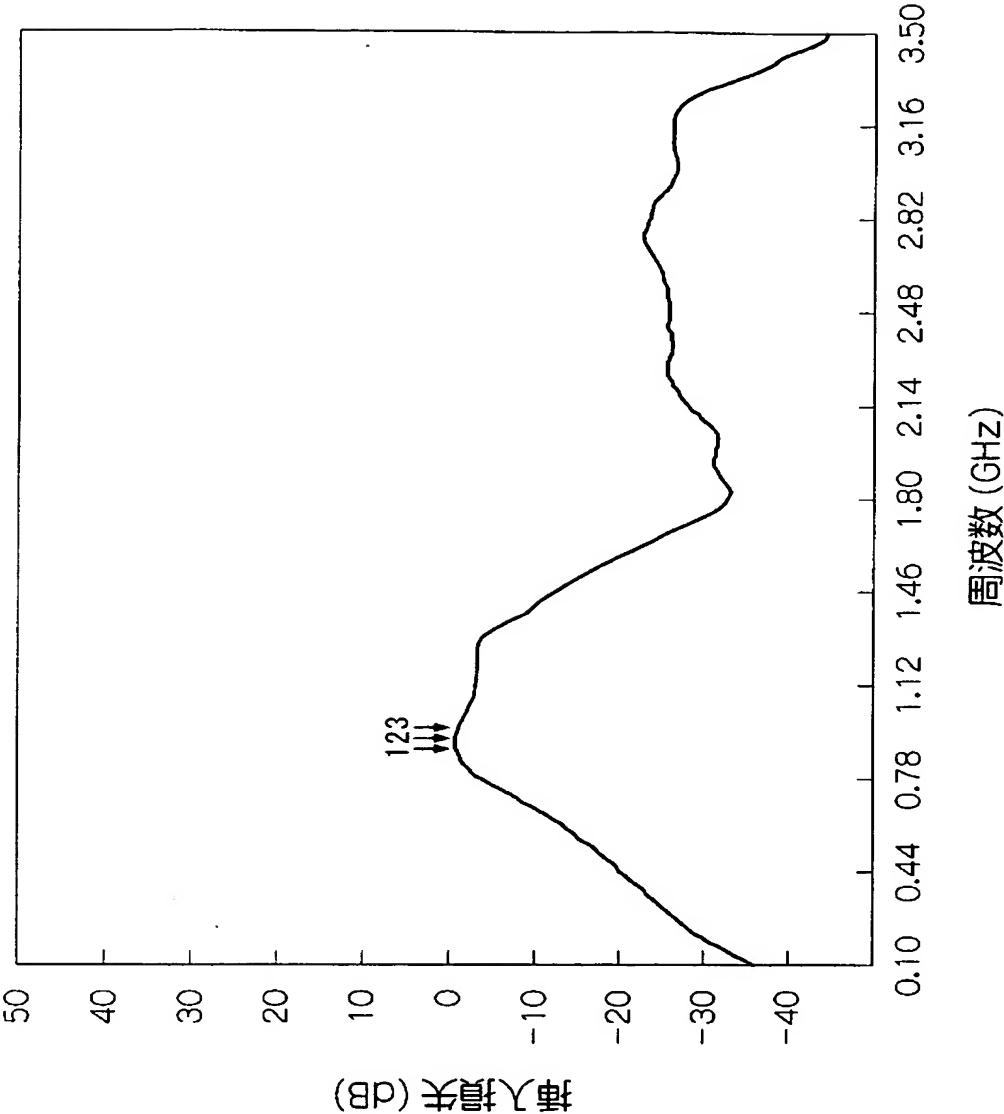


【図 12】





【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 挿入損失が小さく、アイソレーションの帯域幅が広い非可逆回路素子及びこの非可逆回路素子を備えた通信機装置を提供する。

【解決手段】 板状磁性体 5 と、板状磁性体 5 の一面側に配置された共通電極と、共通電極の外周部から板状磁性体 5 を包むように 3 方向に延出形成されて板状磁性体 5 の他面側に折曲されるとともに該他面側で相互に所定の角度でもって交差された第 1、第 2、第 3 中心導体 6 b、7 b、8 b と、板状磁性体 5 に対向して配置されたバイアス用の磁石 4 とを具備してなり、第 1、第 2 中心導体 6 b、7 b の少なくとも一部の導体幅  $W1$ 、 $W2$  が  $150\ \mu\text{m}$  未満であることを特徴とする非可逆回路素子 1 を採用する。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-351210
受付番号	50201829698
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成14年12月 4日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町1番7号

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

## 【代理人】 申請人

【識別番号】 100064908

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 志賀 正武

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 高橋 詔男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 渡邊 隆

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 青山 正和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

次頁有

## 認定・付加情報 (続き)

【氏名又は名称】 鈴木 三義  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100107836  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 西 和哉  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100108453  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 村山 靖彦

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 5 1 2 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 1 0 0 9 8 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号

氏 名

アルプス電気株式会社